

Kode>Nama rumpun Ilmu: 421/Teknik Sipil

## **LAPORAN PENELITIAN DOSEN MUDA**



### **EVALUASI CEPAT KERENTANAN BANGUNAN SEKOLAH MUHAMMADIYAH TERHADAP ANCAMAN GEMPABUMI**

(Studi Kasus Bangunan Sekolah Dasar dan Menengah  
Muhammadiyah se Kecamatan Kasihan)

#### **Tim Peneliti:**

**Ketua : Restu Faizah., ST., MT (NIDN: 0523027001)**

**Anggota : Muhammad Ibnu Syamsi, ST., M.Eng (NIDN: 0523028902)**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**

## HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN DOSEN MUDA

Judul Penelitian : Evaluasi Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah terhadap Ancaman Gempabumi. (Studi kasus bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah se Kecamatan Kasihan).

**Ketua Peneliti** :

a. Nama Lengkap : Restu Faizah., ST., MT  
b. NIDN : 0523027001  
c. Jabatan Fungsional : -  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Nomor HP : 081804387006  
f. Alamat surel (e-mail) : restufaizah06@gmail.com

**Anggota Peneliti** :

a. Nama Lengkap : Muhammad Ibnu Syamsi, ST., M.Eng.  
b. NIDN : 0523028902  
c. Jabatan Fungsional : -  
d. Program Studi : Teknik Sipil  
e. Nomor HP : 085729089383  
f. Alamat surel (e-mail) : syamsibnu@gmail.com

**Lokasi Penelitian** : Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, DIY.  
**Lama Penelitian** : 4 Bulan  
**Biaya Penelitian yang** : Rp. 9.000.000,00

Yogyakarta, 27 November 2017

Mengetahui,  
KaproditekNIK Sipil FT UMY

Ketua Peneliti,



Prof. Agus Setyo Muntohar, ST., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK: 19750814199904123040



Restu Faizah., ST., MT.  
NIK: 9700223201404123067

Menyetujui,  
Dekan FT UMY



Jazau Ikhshan, ST., MT., Ph.D  
NIK: 19720524041998123037

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
DAFTAR ISI	
RINGKASAN	1
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kerentanan Bangunan terhadap Gempabumi .....	5
2.2. Metode Evaluasi Kerentanan Bangunan terhadap gempa bumi .....	5
2.3. Rapid Visual Screening (RVS), FEMA 154-2002.....	6
2.4. Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah .....	14
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.2. Lokasi Penelitian .....	15
3.3. Alat dan Bahan .....	15
3.4. Tahapan Penelitian .....	15
3.5. Batasan Penelitian.....	17
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengamatan Lokasi .....	18
4.2. Hasil <i>Rapid Visual Screening</i> (RVS).....	21
4.3. Pembahasan .....	32
4.4. Kesimpulan .....	34
4.5. Saran .....	35
4.6. Ucapan Terima Kasih .....	35
URAIAN REALISASI PENGGUNAAN DANA PENELITIAN	36
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	

## RINGKASAN

Proses Rehabilitasi dan Rekonstruksi terhadap bangunan sekolah yang rusak akibat gempa bumi sering memakan waktu lama, dikarenakan sumber daya yang tersedia masih dalam keadaan paska bencana dimana kondisi fisik, mental dan spiritual belum stabil. Selain waktu yang lama, proses Rehabilitasi dan Rekonstruksi juga membutuhkan biaya yang sangat besar dan tenaga yang tidak sedikit. Apabila bangunan sekolah tidak mengalami kerusakan yang parah, maka biaya yang seharusnya digunakan untuk Rehabilitasi dan Rekonstruksi dapat dialokasikan untuk peningkatan pendidikan seperti pengadaan fasilitas pendidikan atau peningkatan mutu pembelajaran. Berdasarkan pemikiran di atas, maka kesiapsiagaan sekolah menjadi penting untuk dipersiapkan sedini mungkin, agar apabila terjadi gempa bumi tidak mengalami kerusakan parah pada bangunan dan tidak menimbulkan korban. Salah satu kesiapsiagaan sekolah adalah kesiapan bangunan dalam menghadapi gempa bumi. Untuk mengetahui kesiapan bangunan tersebut dapat dilakukan penilaian kerentanan bangunan eksisting terhadap ancaman gempa bumi, sehingga apabila diketahui bangunan berada dalam kondisi rentan, dapat segera dilakukan perkuatan struktur hingga memadai.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kerentanan bangunan sekolah dasar dan menengah milik Muhammadiyah yang berada di kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul, menggunakan metode *Rapid Visual Screening* FEMA 154-2002 [1] atau metode cepat dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi. Evaluasi kerentanan bangunan dengan metode *Rapid Visual Screening* (RVS) ini merupakan metode awal, sehingga apabila ditemukan bangunan eksisting yang tidak memenuhi kriteria dalam FEMA 154-2002 harus dilakukan pengujian yang lebih detil sebagaimana dijelaskan dalam FEMA 310 [2].

Bangunan sekolah yang diteliti berjumlah 8 buah, terdiri dari bangunan SD, SMK, SMA, dan MTs yang tersebar di kalurahan Tirtonirmolo, Tamantirto dan Bangunjiwo, kecamatan Kasihan, kabupaten Bantul. Dari hasil pengamatan ditemukan 4 sekolah memiliki skor kurang dari 2, dimana menurut FEMA 154-2002 kondisi tersebut mengindikasikan adanya kerentanan pada struktur dan harus dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur menghadapi gempabumi. Sedangkan 4 bangunan lainnya memiliki skor lebih dari 2 sehingga tidak diperlukan analisis lebih lanjut. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rekomendasi bagi Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen) Muhammadiyah untuk melakukan pengujian lebih detil terhadap bangunan sekolah yang dinilai rentan. Selain itu penelitian seperti ini juga dapat diperluas untuk bangunan sekolah atau bangunan non sekolah di wilayah lain.

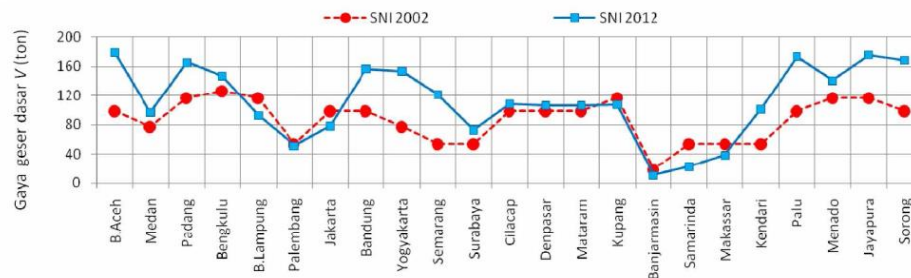


# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

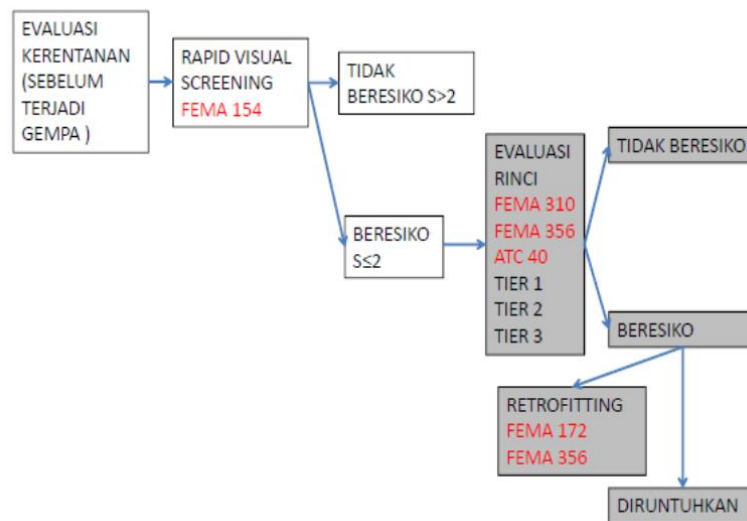
Kondisi seismisitas beberapa kota di Indonesia pada tahun 2012 mengalami peningkatan yang sangat tinggi dibandingkan kondisi tahun 2002, seperti yang terjadi di kota Banda Aceh, Padang, Bengkulu, Bandung, Yogyakarta, Semarang, Kediri, Palu, Manado, Jayapura dan Sorong. Kota Yogyakarta mengalami kenaikan yang cukup signifikan yaitu sebesar 98% dari tahun 2002 ke tahun 2012, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1 [3]. Kondisi ini memungkinkan adanya bangunan eksisting yang tidak mampu merespon dengan baik beban gempa 2012, terutama bangunan yang berdiri sebelum tahun 2012 atau menggunakan standar lama SNI 1726-2002 [4]. Untuk mengetahui kemampuan bangunan terhadap beban gempa 2012 dapat dilakukan penilaian kerentanan (*vulnerability assessment*) pada bangunan eksisting, untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi kemungkinan terjadinya gempabumi di masa mendatang. Apabila diketahui suatu bangunan memiliki kerentanan yang sangat tinggi, maka dapat segera dilakukan mitigasi struktural untuk meningkatkan kinerja strukturnya sehingga tidak menimbulkan jatuhnya korban apabila gempa bumi kembali terjadi.



Gambar 1.1. Peningkatan Seismisitas Tahun 2012 [3]

Evaluasi kerentanan bangunan sangat penting dilakukan pada bangunan-bangunan yang termasuk dalam kategori risiko IV (risiko tinggi), seperti bangunan

monumental, sekolah, rumah sakit, fasilitas pemadam kebakaran, pusat pembangkit energi dan lain sebagainya [5]. Hal itu dikarenakan apabila bangunan tersebut mengalami kerusakan parah akibat gempa bumi diperkirakan dapat menimbulkan banyak korban jiwa. Evaluasi kerentanan bangunan pada bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah perlu dilakukan karena termasuk bangunan dengan kategori risiko IV, dengan jumlah penghuni yang cukup banyak pada jam-jam sekolah. Apabila ditemukan bangunan sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah yang memiliki kerentanan tinggi, maka dapat segera dilakukan mitigasi struktural untuk meningkatkan kinerja strukturnya. Diharapkan apabila terjadi gempa bumi pada saat kegiatan belajar mengajar sedang berlangsung, tidak akan terjadi kerusakan parah yang dapat menimbulkan korban jiwa dan terhambatnya kegiatan belajar mengajar.



Gambar 1.2. Prosedur evaluasi bangunan [6]

Satyarno [6] menjelaskan bahwa evaluasi kerentanan bangunan eksisting dapat dilakukan dua tahap seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2. Tahap pertama berupa penilaian cepat yang disebut *Rapid Visual Screening* (RVS) menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 154-2002. Apabila dalam tahap pertama bangunan dinilai berisiko, maka dapat dilanjutkan pada tahap kedua, yaitu berupa evaluasi secara rinci

menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 310, FEMA 356, atau ATC 40. Hasil penilaian pada tahap kedua ini dapat digunakan sebagai dasar tindakan pengurangan risiko bencana berikutnya, apakah bangunan dapat diperkuat (*retrofitting*) atau diruntuhkan (*demolish*).

Penelitian ini merupakan evaluasi kerentanan yang dilakukan pada tahap awal, dimana evaluasi sebelumnya belum pernah dilakukan pada bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan. Penelitian berupa *Rapid Visual Screening* (RVS) menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 154-2002 untuk mengetahui tingkat risiko bangunan terhadap ancaman gempa bumi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi “*pilot project*” untuk bangunan sekolah Muhammadiyah di luar Kecamatan Kasihan dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam mitigasi structural terhadap bangunan yang diteliti.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diperoleh rumusan permasalahan yaitu bagaimana kerentanan bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah terhadap ancaman gempa bumi di masa yang akan datang?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan melakukan penilaian kerentanan bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah, studi kasus bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah se Kecamatan Kasihan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan/pedoman bagi Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen) Muhammadiyah untuk melakukan pengujian lebih detil terhadap bangunan sekolah yang dinilai rentan. Selain itu penelitian seperti ini juga dapat diperluas untuk bangunan sekolah atau bangunan non sekolah di wilayah lain.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kerentanan Bangunan Terhadap Gempa bumi**

Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 [7], kerentanan adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi, kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu. Dengan demikian kerentanan bangunan terhadap gempa bumidapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu struktur dalam menghadapi gempa bumi, yang disebabkan oleh adanya faktor-faktor yang memperlemah kekuatan struktur. Semakin banyak faktor-faktor yang memperlemah kekuatan struktur, maka bangunan dikatakan semakin rentan, dan dikhawatirkan akan terjadi kerusakan parah apabila dilanda gempa bumi yang dapat mengakibatkan kematian penghuninya.

#### **2.2. Metode Evaluasi Kerentanan Bangunan terhadap gempa bumi**

Evaluasi kerentanan bangunan terhadap gempa bumi dapat dilakukan terhadap bangunan eksisting (*Evaluation of the Existing Building*) pada saat belum terjadi gempa bumi maupun terhadap bangunan setelah dilanda gempa bumi (*Evaluation of Post Earthquake Damage Building*). Evaluasi pada saat sebelum terjadi gempa bumi bermanfaat untuk menentukan langkah mitigasi struktur, sedangkan evaluasi setelah dilanda gempa bumi bermanfaat untuk menentukan kelayakan bangunan untuk dapat ditempati dan difungsikan kembali.

Dalam *Federal Emergency Management Agency (FEMA) 301* [2] dijelaskan bahwa evaluasi kerentanan bangunan eksisting pada saat tidak ada gempabumi harus dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama dengan evaluasi cepat yang disebut *Rapid Visual Screening (RVS)* berdasar pada *FEMA 154-2002* [1], akan diperoleh *score* dengan batas minimal 2. Apabila hasil RVS diperoleh *score* kurang dari 2, maka harus

dilakukan evaluasi tahap dua, yaitu dengan evaluasi secara detil berdasar pada FEMA 310 dan FEMA 356.

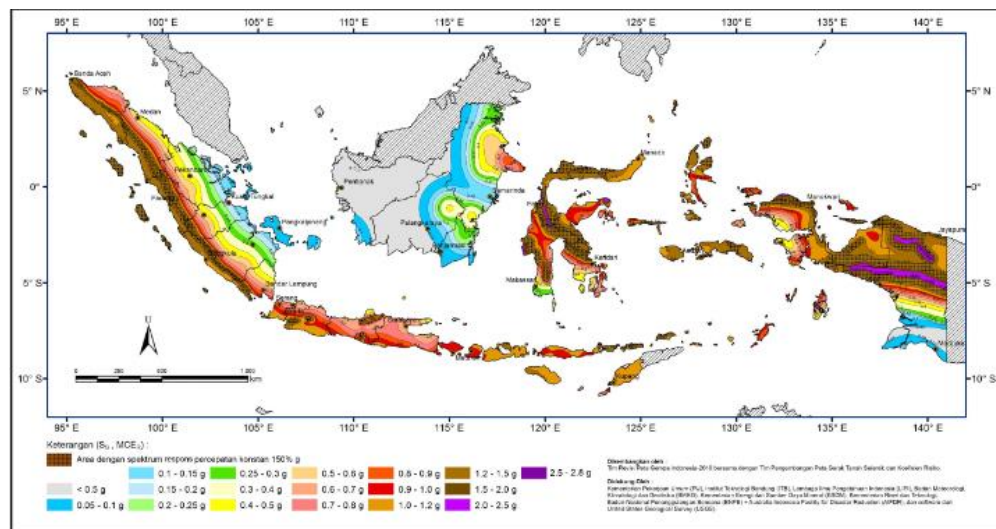
### 2.3. Rapid Visual Screening (RVS), FEMA 154-2002

*Rapid Visual Screening* atau disingkat RVS merupakan cara evaluasi bangunan secara visual yang diperkenalkan pertama kali di Amerika Serikat, dengan prosedur menggunakan daftar isian yang memuat data primer dari bangunan yang ditinjau, antara lain jumlah lantai, tahun pembangunan, alamat bangunan, foto bangunan dan sketsa bangunan yang memperlihatkan denah serta elevasi bangunan. Pengisian form RVS diikuti dengan skoring sesuai ketentuan yang telah diatur dalam FEMA 154-2002 untuk mendapatkan skor akhir tiap gedung yang dievaluasi.

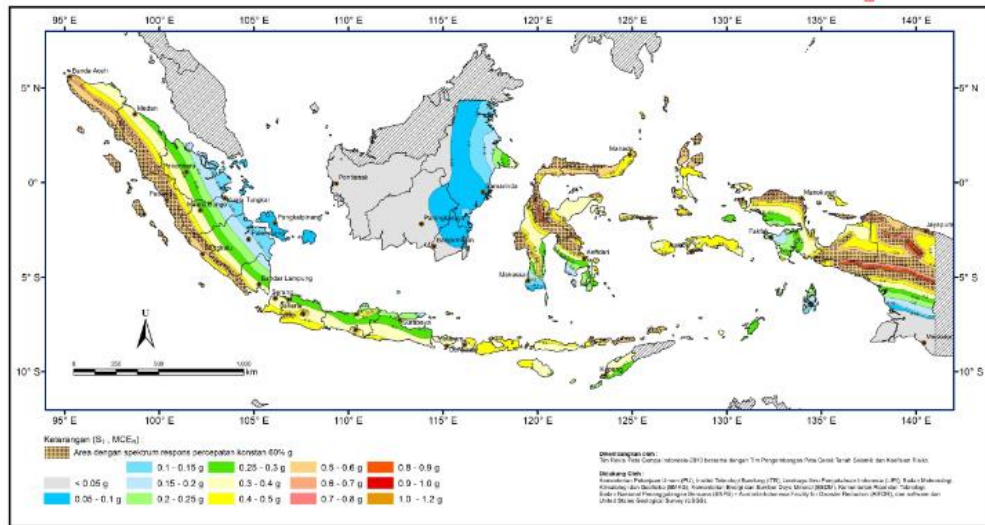
Tahapan pengisian form RVS FEMA 154-2002 meliputi:

a. Pemilihan seismisitas lokasi

Kondisi seismisitas lokasi dimana bangunan berdiri ditentukan dengan *spectral acceleration Response* pada periode pendek ( $S_s$ ) dan periode 1 detik ( $S_1$ ), yang diperoleh dari peta gempa tahun 2010 pada SNI 1726:2012 [5] yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan 2.2, atau dengan memasukkan koordinat lokasi di [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/).



Gambar 2.1. Penentuan nilai  $S_s$  (SNI 1726:2012)



Gambar 2.2. Penentuan nilai  $S_1$  (SNI 1726:2012)

Nilai  $S_s$  dan  $S_1$  dikalikan dengan angka  $2/3$ , kemudian hasilnya dicocokkan dengan Tabel 2.1 untuk mengetahui kondisi seismisitas lokasi apakah termasuk *High*, *Moderat* atau *Low Seismicity*.

Tabel 2.1. Penentuan Seismisitas lokasi dalam penilaian RVS FEMA 154-2002.

<u>Region of Seismicity</u>	<u>Spectral Acceleration Response, SA (short-period, or 0.2 sec)</u>	<u>Spectral Acceleration Response, SA (long-period or 1.0 sec)</u>
Low	less than 0.167 g (in horizontal direction)	less than 0.067 g (in horizontal direction)
Moderate	greater than or equal to 0.167 g but less than 0.500 g (in horizontal direction)	greater than or equal to 0.067 g but less than 0.200 g (in horizontal direction)
High	greater than or equal to 0.500 g (in horizontal direction)	greater than or equal to 0.200 g (in horizontal direction)

Notes:  $g$  = acceleration of gravity

Setelah diketahui kondisi seismisitas lokasi, maka dapat dipilih salah satu form RVS yang akan digunakan dalam penilaian, yaitu *Low*, *Moderate* atau *High*. Dengan demikian pengisian formulir dapat mulai dilakukan. Contoh form RVS ditunjukkan dalam Gambar 2.3.

Gambar 2.3. Formulir RVS untuk 3 kondisi seismisitas lokasi (*low, moderate and high*), FEMA 154-2002.

- b. Pengisian data umum yang meliputi data bangunan (alamat, jumlah tingkat, tahun dibangun, total *floor area*, nama bangunan dan fungsi bangunan) dan keterangan evaluasi (nama *screener* dan waktu evaluasi), ditunjukkan dalam Gambar 2.4.

Address: _____	Zip _____
Other Identifiers _____	
No. Stories _____	Year Built _____
Screener _____	Date _____
Total Floor Area (sq. ft.) _____	
Building Name _____	
Use _____	

Gambar 2.4. Pengisian data umum RVS FEMA 154-2002

c. Menggambar Sketsa Bangunan

Pada saat pengamatan lapangan, perlu dilakukan penggambaran sketsa bangunan yang meliputi sket tampak dan denah bangunan, pada tempat yang sudah disediakan dalam Form RVS FEMA 154-2002. Contoh penggambaran sketsa ini ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

**Example 2**

**HIGH Seismicity**

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Address: 3711 Roxbury St.</td> </tr> <tr> <td>Anyplace</td> <td>Zip 91234</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Other Identifiers Parcel 7469027034</td> </tr> <tr> <td>No. Stories 12</td> <td>Year Built 1944</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Screener A. Jones/D. Taylor Date 2/28/01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total Floor Area (sq. ft.) 34,800</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Building Name</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Use Commercial and Offices above</td> </tr> </table>	Address: 3711 Roxbury St.		Anyplace	Zip 91234	Other Identifiers Parcel 7469027034		No. Stories 12	Year Built 1944	Screener A. Jones/D. Taylor Date 2/28/01		Total Floor Area (sq. ft.) 34,800		Building Name		Use Commercial and Offices above	
Address: 3711 Roxbury St.																	
Anyplace	Zip 91234																
Other Identifiers Parcel 7469027034																	
No. Stories 12	Year Built 1944																
Screener A. Jones/D. Taylor Date 2/28/01																	
Total Floor Area (sq. ft.) 34,800																	
Building Name																	
Use Commercial and Offices above																	

Gambar 2.5. Contoh gambar bangunan pada Form RVS FEMA 154-2002.

d. Menentukan *occupancy soil*.

*Occupancy soil* menunjukkan penggunaan tanah sesuai dengan fungsinya, yaitu *assembly, commercial, emergency services, govt, historic, industrial, office residential and school*. Selain fungsinya juga diperlukan data jumlah populasi yang dibedakan dalam empat kategori, yaitu 0-10, 11-100, 101-1000, dan 1000+ orang. Pengisian *occupancy soil* pada form RVS ditunjukkan dalam Gambar 2.6.

OCCUPANCY			SOIL	
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	
Commercial	Historic	Residential	0 – 10	11 – 100
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+

Gambar 2.6. Pengisian *occupancy soil* pada form RVS



e. Menentukan jenis/type tanah.

Menurut FEMA 154-2002, jenis tanah dibagi menjadi lima, yaitu tanah tipe A (*Hard rock*), B (*Avg. Rock*), C (*Dense Soil*), D (*Stiff Soil*), E (*Soft Soil*) dan F (*Poor Soil*), ditunjukkan pada Gambar 2.7.

TYPE					
A	B	C	D	E	F
Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil

Gambar 2.7. Pemilihan type tanah.

Dalam menentukan jenis tanah, dapat digunakan nilai SPT (*Standard Penetration Test*) dari tanah lokasi (N), dengan pedoman:

- $N \geq 50$  termasuk tanah keras tipe (C)
- $15 \leq N \leq 50$  termasuk tanah sedang (D)
- $N \leq 15$  termasuk tanah lunak (E)

Data tipe tanah dapat pula diperoleh dari data wilayah yang berdekatan dengan bangunan apabila pada wilayah tersebut memiliki kondisi tanah yang homogen.

f. Memeriksa adanya elemen non struktural yang berbahaya jatuh (*falling hazard*).

Elemen ini dikhawatirkan akan jatuh apabila terjadi gempa bumi dan membahayakan orang yang sedang berada didekatnya, sehingga perlu dicatat dan diisikan dalam Form RVS seperti pada Gambar 2.8. Termasuk dalam elemen ini adalah *unreinforced chimneys* (cerobong asap), *parapets* (dinding/sandaran), *cladding* (struktur exterior pada bangunan), dan lainnya.

FALLING HAZARDS			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other: _____

Gambar 2.8. Pengisian *falling hazard* pada Form RVS FEMA 154-2002

g. Menentukan jenis/tipe bangunan.

Jenis/tipe bangunan menurut FEMA 154-2002 terdapat 15 macam, yaitu:

1. W1, sistem rangka kayu ringan sebagai hunian atau bangunan komersial dengan luasan lebih kecil atau sama dengan 5000 ft<sup>2</sup>
2. W2, sistem rangka kayu dengan luasan lebih dari 5000 ft<sup>2</sup>
3. S1, sistem struktur rangka baja pemikul momen
4. S2, sistem struktur rangka baja dengan *bracing*/pengaku
5. S3, sistem struktur rangka baja dengan *bracing*/pengaku dan dinding logam bergelombang
6. S4, sistem rangka baja dengan *shear-wall* beton cor ditempat
7. S5, sistem rangka baja dengan dinding pengisi tidak diperkuat
8. C1, sistem rangka beton pemikul momen
9. C2, sistem rangka beton dengan *shear-wall*
10. C3, sistem rangka beton dengan dinding pengisi tidak diperkuat
11. PC1 konstruksi *tilt-up wall*
12. PC2 konstruksi rangka beton pracetak
13. RM1 gedung dengan dinding diperkuat dan diafragma fleksibel
14. RM2 gedung dengan dinding diperkuat dan diafragma rigid
15. URM gedung dengan dinding tidak diperkuat

Masing-masing tipe bangunan memiliki skor (*basic score*) yang berbeda, seperti terlihat pada Gambar 2.9.

h. Menentukan jumlah lantai bangunan.

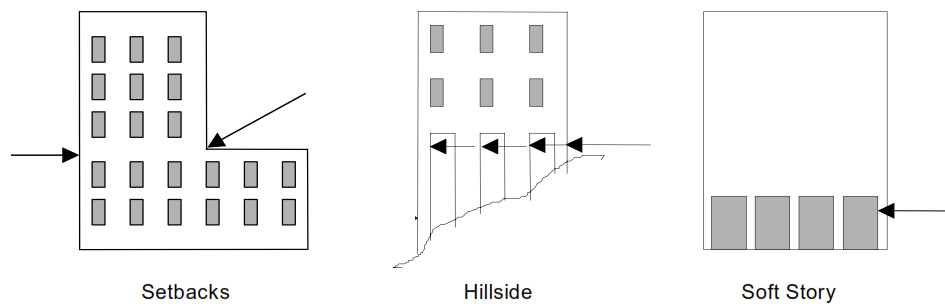
Jumlah lantai dari bangunan yang sedang dievaluasi dalam metode RVS ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu kelompok bangunan rendah (*mid rise*) dan bangunan tinggi (*high rise*), dengan ketentuan bahwa *mid rise* memiliki jumlah lantai 4 hingga 7, sedangkan *high rise* lebih dari 7.

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.2	-0.2	+0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.0	+1.0	N/A	+1.0	+1.2	+1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A
Vertical Irregularity	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-Code	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post-Benchmark	0.0	+0.2	+0.4	+0.6	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.4	N/A	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4
Soil Type C	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
Soil Type D	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8
Soil Type E	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4
FINAL SCORE, S															
COMMENTS														Detailed Evaluation Required	
														YES NO	
<small>* = Estimated, subjective, or unreliable data  DNK = Do Not Know</small>															
			<small>BR = Braced frame  FD = Flexible diaphragm  LM = Light metal</small>			<small>MRF = Moment-resisting frame  RC = Reinforced concrete  RD = Rigid diaphragm</small>			<small>SW = Shear wall  TU = Tilt up  URM INF = Unreinforced masonry infill</small>						

Gambar 2.9. Macam-macam tipe bangunan dalam formulir RVS FEMA 154-2002.

- i. Memeriksa *vertical Irregularity* dalam bangunan.

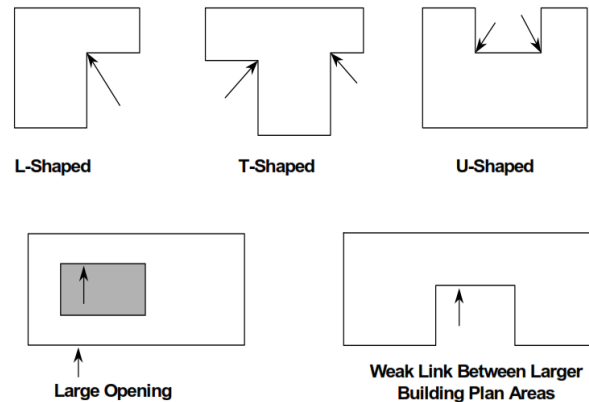
*Vertical Irregularity* menurut FEMA 154-2002 adalah bangunan dimana pada struktur arah vertikal terdapat *setbacks*, *hillside buildings*, dan *soft stories*, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Macam-macam *Vertical Irregularity*

- j. Memeriksa *plan Irregularity* dalam bangunan.

*Plan Irregularity* menurut FEMA 154-2002 adalah bangunan dimana pada struktur arah horisontal memiliki bentuk L, T dan U atau terdapat bukaan yang terlalu luas di bagian dalam, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Macam-macam *plan Irregularity*.

- k. Memeriksa peraturan (*code*) yang digunakan saat membangun.

Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui apakah bangunan tersebut sudah direncanakan dengan memperhitungkan pembebanan gempa atau belum, dimana pembebanan gempa mulai diperhitungkan secara konservatif mulai tahun 1981 yaitu pada Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung (PPTGIUG 1981) dan ditingkatkan pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung tahun 2002 (SNI-1726-2002). Standar ini sudah mengalami pembaharuan dengan Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung Tahun 2012 (SNI 1726:2012).

- l. Skoring

Proses skoring, dilakukan dengan cara melingkari skor yang terdapat di bawah jenis bangunan yang sesuai dengan bangunan yang dievaluasi. Setelah semua dilingkari, maka skor tersebut dijumlahkan. Apabila jumlah skor lebih dari atau sama dengan 2, maka bangunan dinilai tidak rentan, namun apabila skornya kurang dari 2, maka bangunan dinilai rentan dan direkomendasikan untuk dicek kembali menggunakan tata cara FEMA 310, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.2. Bangunan dengan skor kurang dari 2 dinyatakan memiliki kerentanan terhadap gempa bumi dan perlu dilakukan mitigasi struktur.

#### 2.4. Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah

Muhammadiyah sebagai salah satu organisasi massa terbesar di Indonesia telah banyak memiliki amal usaha yang bergerak di bidang pendidikan. Dari data amal usaha Muhammadiyah pada tahun 2016 ([www.muhammadiyah.or.id](http://www.muhammadiyah.or.id)), terdapat 4.623 buah TK/TPQ, 2.604 buah SD/MI, 1.772 buah SMP/MTs, 1.143 buah SMA/SMK/MA dan 67 buah pondok pesantren yang tersebar di seluruh tanah air. Dari sekian banyak sekolah Muhammadiyah tersebut telah banyak dilahirkan para tokoh, mubaligh dan cendekiawan muslim. Seluruh Lembaga Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah yang dimiliki Muhammadiyah, seperti TK, SD, MI, SMP, MTs, SMA, MA, dan SMK dibawah wewenang Majelis Pendidikan Dasar dan Menengah (Dikdasmen) Pimpinan Pusat Muhammadiyah.

Berdasarkan data referensi pendidikan dan kebudayaan, (<http://referensi.data.kemdikbud.go.id/>) Sekolah Dasar dan Menengah yang terdapat di wilayah kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul berjumlah 8 buah, yang terdiri dari SD, SMP, SMA, MTS dan SMK, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Daftar Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan.

No.	Nama Sekolah	Alamat
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Senggotan Tirtonirmolo Kasihan Bantul
2.	SD Muhammadiyah Mrisi	Mrisi Tirtonirmolo Kasihan Bantul
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran	Kembaran Tamantirto Kasihan Bantul
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto	Geblogan Tamantirto Kasihan Bantul
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan	Senggotan Tirtonirmolo Kasihan Bantul
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan	Mrisi Tirtonirmolo Kasihan Bantul
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Peleman Bangunjiwo Kasihan Bantul
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Peleman Bangunjiwo Kasihan Bantul

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Yogyakarta pada bulan Oktober 2016 hingga bulan Februari 2017.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini mengambil studi kasus di Sekolah Dasar dan Menengah yang berlokasi di Kecamatan Kasihan.

#### **3.3. Alat dan Bahan**

Dalam penelitian ini, digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

- Alat tulis
- Komputer
- Lembar Kuosioner dari FEMA154-2002
- Kamera

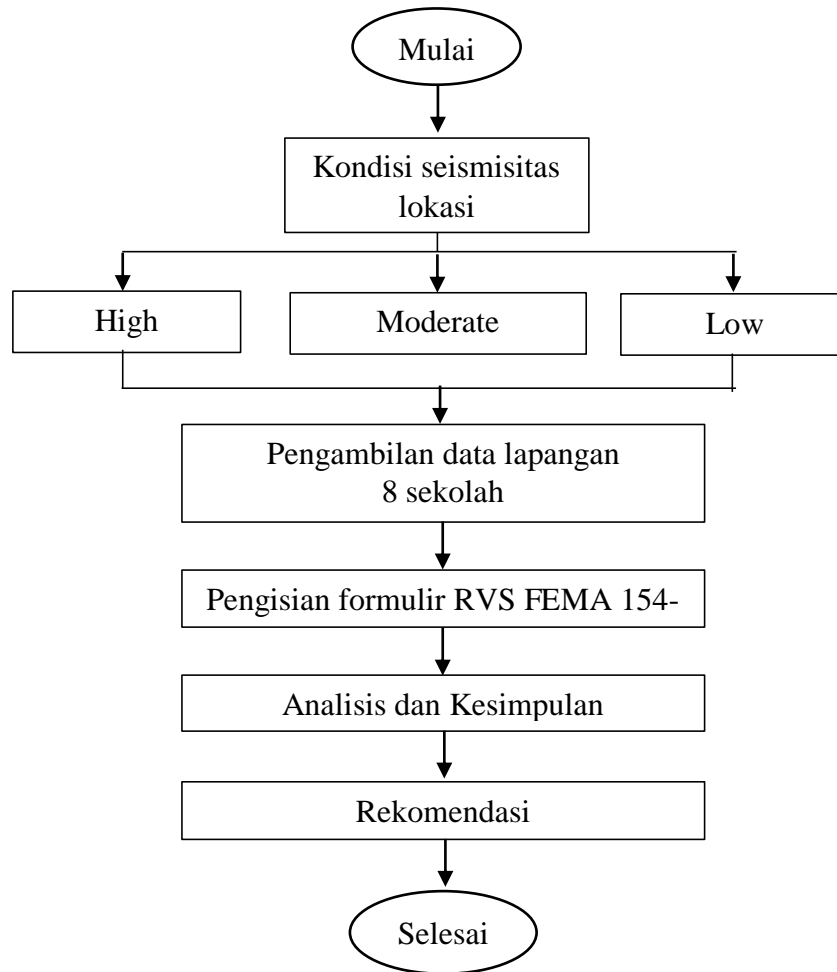
#### **3.4. Tahapan Penelitian**

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu:

- Studi literatur tentang RVS FEMA 154-2002-2002 dan kondisi seismisitas lokasi.
- Pengambilan data sekunder berupa gambar rencana, data pengujian tanah (Sondir/CPT), detil elemen struktur, data pembangunan dan sejarah kerusakan/renovasi. Kalau dibutuhkan bisa dilakukan wawancara dengan saksi pembangunan gedung atau pimpinan sekolah.
- Pengambilan data primer menggunakan metode survay, wawancara, kuosioner, dan pengambilan gambar di lapangan menggunakan kamera. Data primer yang diperlukan meliputi jenis struktur rangka pemikul momen, tampak struktur horisontal dan vertikal, mutu bahan struktur, faktor-faktor arsitektural, kerusakan struktur dan ukuran bangunan secara riil.

- Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, dilakukan pengisian kuosioner FEMA 154-2002-2002 untuk melakukan penilaian kerentanan struktur terhadap gempa bumi.
- Tahapan terakhir adalah analisis dan kesimpulan, sehingga diperoleh hasil berupa rekomendasi untuk struktur yang memiliki skor kurang dari 2, agar dilakukan mitigasi struktural.

Secara keseluruhan alur penelitian ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Penelitian

### **3.5. Batasan penelitian**

Untuk memperoleh hasil yang akurat, maka penelitian ini dibatasi dengan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Metode yang digunakan adalah *Rapid Visual Screening* FEMA 154-2002 Tahun 2002.
2. Bangunan yang dinilai meliputi bangunan Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah yang berlokasi di wilayah Kecamatan Kasihan. Secara keseluruhan sekolah yang diteliti berjumlah 8 buah sekolah yang terdiri dari SD, SMP, SMA, MTS dan SMK, seperti telah disebutkan dalam Tabel 2.1.
3. Untuk mendapatkan data-data yang sulit diperoleh karena letaknya yang tertutup (seperti fondasi, tulangan dll) tdk dilakukan kegiatan *destructive* (merusak), namun diganti dengan keterangan dari orang yang mengetahui saat pembangunan yang diperoleh dengan cara wawancara.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Pengamatan Lokasi**

Penelitian dilakukan dengan cara kunjungan langsung ke lapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam melakukan penilaian kerentanan bangunan. Hasil pengamatan lapangan digunakan untuk mengisi formulir FEMA 154-2002. Data singkat sekolah yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. SD Muhammadiyah Mrisi (Gambar 4.1)  
Alamat: JL Tegal Senggotan, Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55212, koordinat: -7.823397, 110.350892.
2. SD Muhammadiyah Mrisi (Gambar 4.2)  
Alamat: Jl. Mrisi Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.841535, 110.343521.
3. SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran (Gambar 4.3)  
Alamat: Jl. Kembaran, Tamantirto, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.827086, 110.332263.
4. SD Muhammadiyah Tamantirto (Gambar 4.4)  
Alamat: JL Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183, koordinat: -7.823737, 110.324943.
5. SMP Muhammadiyah Kasihan (Gambar 4.5)  
Alamat: Jl. Senggotan Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.825287, 110.350018.
6. SMA Muhammadiyah Kasihan (Gambar 4.6)  
Alamat: Jl. Mrisi Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.841769, 110.343733.
7. MTS Muhammadiyah Kasihan (Gambar 4.7)  
Alamat: Jl. Ngentak - Kalirandu, Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55184, koordinat: -7.834673, 110.304962.

8. SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan (Gambar 4.8)

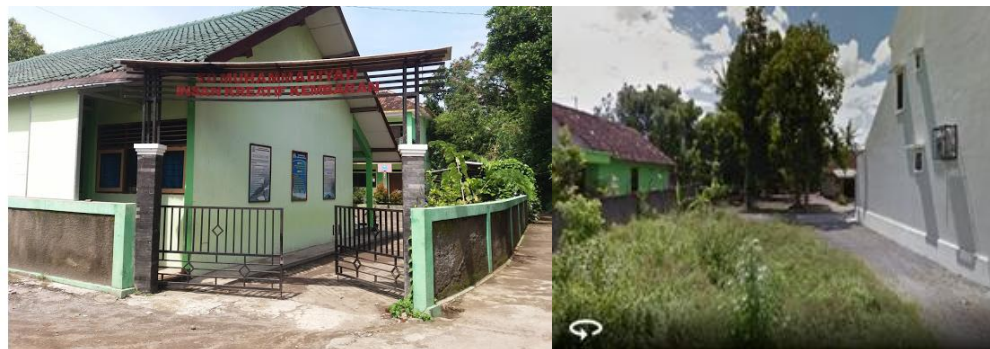
Alamat: Bangunjiwo, Kasihan, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta 55184, koordinat: -7.835561, 110.305324.



Gambar 4.1. Tampak SD Muhammadiyah Senggotan.



Gambar 4.2. Tampak SD Muhammadiyah Mrisi.



Gambar 4.3. Tampak SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran.



Gambar 4.4. Tampak SD Muhammadiyah Tamantirto

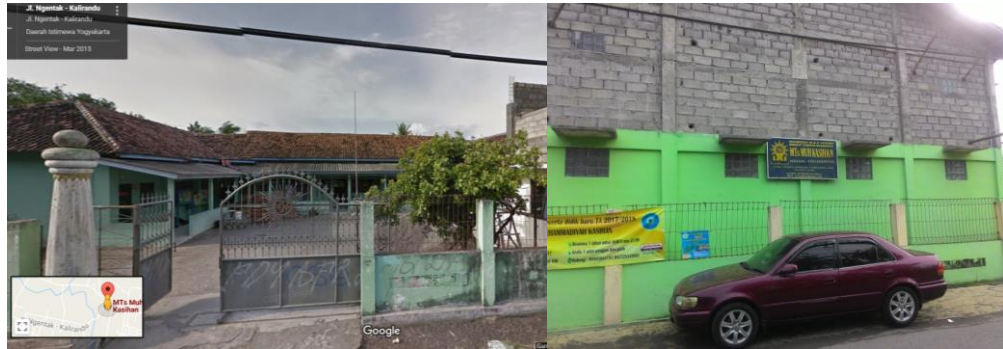


Gambar 4.5. Tampak SMP Muhammadiyah Kasihan



Gambar 4.6. Tampak SMA Muhammadiyah Kasihan.





Gambar 4.7. Tampak MTS Muhammadiyah Kasihan



Gambar 4.8. SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan

#### 4.2. Hasil *Rapid Visual Screening (RVS)*

Setelah dilakukan pengamatan langsung ke lapangan, maka dilakukan penilaian kerentanan menggunakan formulir FEMA 154-2002. Pemilihan formulir ditentukan berdasarkan kondisi seismisitas lokasi, dimana keseluruhan bangunan berada pada kondisi seismisitas yang sama, dengan nilai spectral  $S_s$  sekitar 1,26g dan  $S_1$  sekitar 0,46g. Apabila masing-masing dikalikan dengan  $2/3$  diperoleh nilai  $S_s$  sekitar 0,84g dan  $S_1$  sekitar 0,307g. Setelah dicocokkan dengan Tabel 2.1, maka diperoleh hasil bahwa seismisitas lokasi tergolong *high seismicity*, dikarenakan memiliki nilai  $S_s$  lebih besar dari 0,5g dan nilai  $S_1$  lebih besar dari 0,2g. Selanjutnya dilakukan pengisian formulir dengan hasil sebagai berikut.

A. Tipe bangunan (*Building type*)

Material konstruksi beton masih jauh lebih populer daripada material kayu dan baja. Selain karena lebih fleksibel dari segi bentuk dan dimensi, material beton cenderung memiliki kekakuan yang lebih baik. Dari segi ekonomis struktur beton jauh lebih unggul jika dibandingkan kayu, mengingat dewasa ini material konstruksi kayu semakin sulit diperoleh terutama kayu-kayu berkelas sebagai material konstruksi utama.

Dari hasil peninjauan di 8 lokasi SD dan SMP yang menjadi objek dalam penelitian ini diperoleh data bahwa seluruh bangunan sekolah tersusun atas material konstruksi beton bertulang. Sistem struktur yang digunakan secara keseluruhan merupakan sistem struktur rangka pemikul momen, sehingga seluruh bangunan yang ditinjau termasuk sebagai bangunan tipe C1 (sistem rangka beton pemikul momen) seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.1. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan lapangan yang menunjukkan adanya elemen balok dan kolom sebagai elemen struktur penopang utama dalam menahan beban terutama beban gempa pada tiap sekolah seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.2.





Tabel 4.1 Data Tipe Bangunan

No.	Nama Sekolah		Kode	Tipe Struktur
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Gedung 1	SDMS 1	C1
		Gedung 2	SDMS 2	C1
2.	SD Muhammadiyah Mrisi		SDMM	C1
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran		SDMI	C1
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto		SDMT	C1
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan		SMPMK	C1
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan		SMAMK	C1
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Gedung 1	MTSMK 1	C1
		Gedung 2	MTSMK 2	C1
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Gedung 1	SMKMB 1	C1
		Gedung 2	SMKMB 2	C1

Tabel 4.2 Dokumentasi bangunan

No.	Kode	Dokumentasi
1.	SDMS 1	
2.	SDMM	
3.	SDMI	
4.	SDMT	

Tabel 4.2. lanjutan

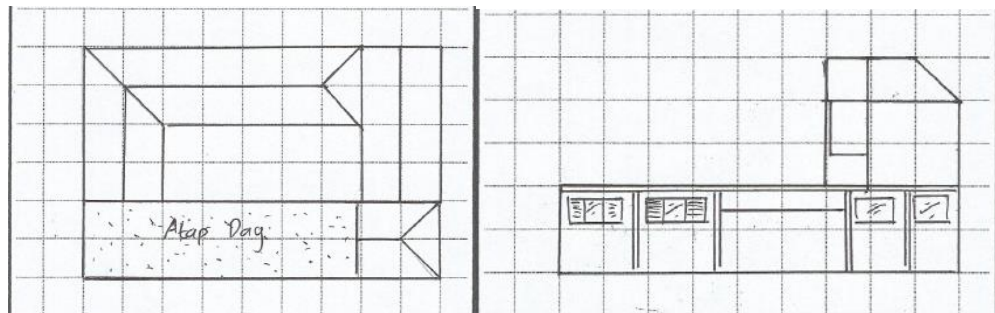
5.	SMPMK	 Exterior view of a modern school building with light green walls and a white overhang. A sign in front reads 'SMP MUHAMMADIYAH KASIHAR'. A rainbow flag is visible on the left.
6.	SMAMK	 Interior view of a classroom with light green walls, wooden desks, and blue chairs. A whiteboard and a projector screen are visible in the background.
7.	MTSMK 1	 Exterior view of a school building with a grey brick upper section and a light green lower section. A sign reads 'MTSMK 1'. A red car is parked in front.
8.	SMKMB 1	 Exterior view of a school building with a white facade and a blue door. A sign reads 'SMK MUHAMMADIYAH BANGSAL'. A blue truck is parked in front.

B. Jumlah lantai (*Number of stories*)

Jumlah lantai pada bangunan sekolah SD dan SMP Muhammadiyah tidak lebih dari dua lantai. Mayoritas bangunan merupakan bangunan 2 lantai, hanya 2 bangunan yang berjumlah 1 lantai (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Jumlah lantai setiap bangunan

No.	Nama Sekolah		Kode	Jumlah Lantai
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Gedung 1	SDMS 1	2
		Gedung 2	SDMS 2	2
2.	SD Muhammadiyah Mrisi		SDMM	2
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran		SDMI	2
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto		SDMT	2
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan		SMPMK	2
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan		SMAMK	2
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Gedung 1	MTSMK 1	2
		Gedung 2	MTSMK 2	1
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Gedung 1	SMKMB 1	1
		Gedung 2	SMKMB 2	2



Gambar 4.9. Sketsa bangunan SMP Muhammadiyah Kasihan

Khusus untuk SMP Muhammadiyah Kasihan, berdasarkan data lapangan diperoleh informasi bahwa jumlah lantai bangunan adalah dua lantai, akan tetapi lantai kedua tersebut masih belum sepenuhnya selesai untuk dikerjakan.



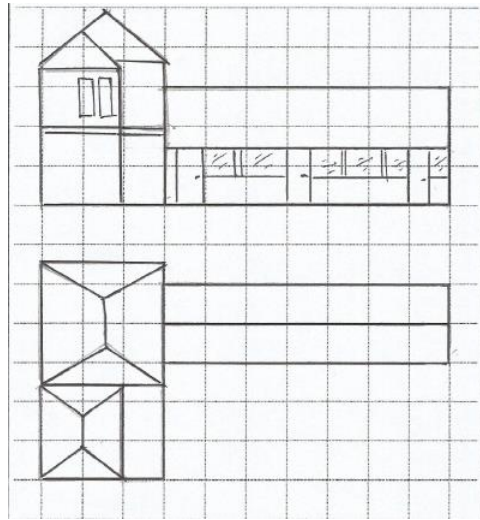
Sebagian dari lantai dua masih berupa lantai dag seperti terlihat dalam sketsa pada Gambar 4.9. Kondisi saat ini sudah disiapkan elemen balok pada lantai 1 untuk konstruksi lantai ke-2 dengan ukuran cukup besar yaitu untuk balok utama berkisar antara 20x50 cm untuk bentang 7 meter.

C. Ketidakberaturan Vertikal (*vertical irregularity*)

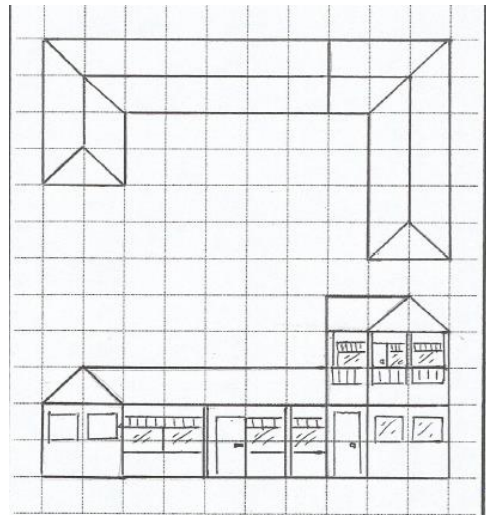
Secara keseluruhan bangunan yang ditinjau berada pada tanah datar. Tidak terdapat satupun bangunan sekolah yang didirikan diatas tanah miring/lereng sehingga tidak ada satupun bangunan yang tergolong kategori *hillside buildings*. Tidak adanya *hillside buildings* bukan berarti tidak ada bangunan yang memiliki *vertical irregularity* atau ketidakberaturan vertikal. Sebanyak 4 bangunan dari keseluruhan 11 bangunan (36,36%) sekolah SD dan SMP Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan memiliki *vertical irregularity* sebagaimana disebutkan dalam Tabel 4.4 dan diperjelas dengan Gambar 4.10.

Tabel 4.4 Daftar gedung dengan ketidakberaturan vertikal

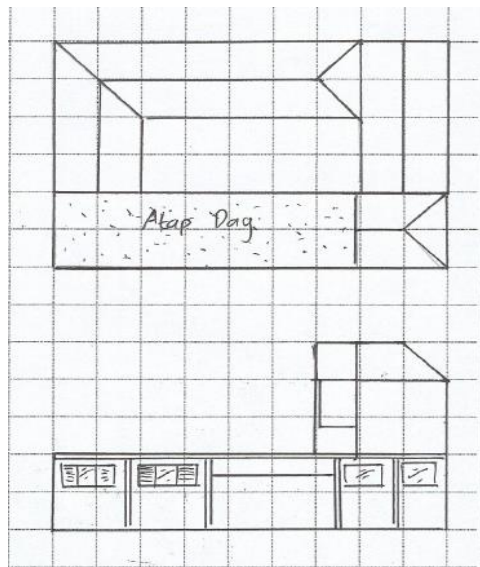
No.	Nama Sekolah		Kode	<i>Vertical irregularity</i>
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Gedung 1	SDMS 1	-
		Gedung 2	SDMS 2	-
2.	SD Muhammadiyah Mrisi		SDMM	V
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran		SDMI	V
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto		SDMT	-
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan		SMPMK	V
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan		SMAMK	-
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Gedung 1	MTSMK 1	V
		Gedung 2	MTSMK 2	-
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Gedung 1	SMKMB 1	-
		Gedung 2	SMKMB 2	-



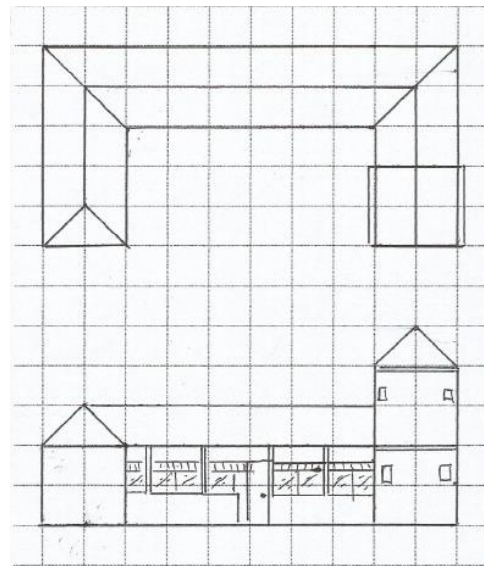
a) SDMM



b) SDMIK



c) SMPMK



d) MTSMK

Gambar 4.10. Sketsa bangunan sekolah yang memiliki *vertical irregularity*

Ketidakteraturan secara vertikal diindikasikan dari terdapatnya nilai luasan lantai pada lantai dua yang jauh lebih kecil dari lantai pertama. Berdasarkan sketsa gambar sekolah (Gambar 4.10) dan dokumentasi yang diperoleh untuk bangunan SDMM, SDMIK, SMPMK, dan MTSMK, lantai dasar/pertama

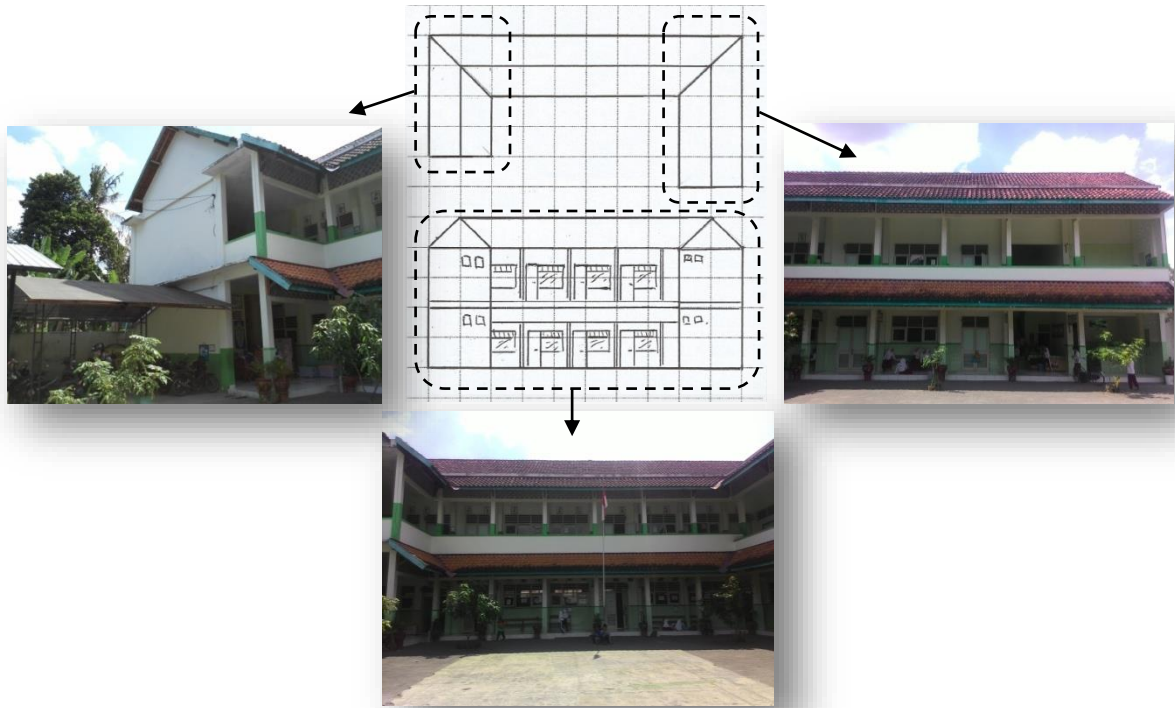
bangunan-bangunan tersebut tidaklah secara keseluruhan diteruskan sampai lantai kedua melainkan hanya sebagian saja. Hal inilah yang menyebabkan keempat bangunan ini tergolong memiliki *vertical irregularity*.

D. Ketidakberaturan Horisontal/denah (*plan irregularity*)

Bangunan sekolah SD, SMP, ataupun SMA mayoritas dilengkapi dengan fasilitas berupa tanah lapang yang sering digunakan untuk kegiatan upacara ataupun olahraga. Tanah lapang ini biasa diposisikan di bagian tengah atau depan sekolah, atau tidak jarang pula tanah lapang dikelilingi oleh gedung sekolah tersebut. Kondisi ini sangat memungkinkan secara tampak denah bangunan sekolah tersebut memiliki bentuk U atau L. atau kotak dengan tanah lapang pada bagian tengah. Berikut ini Tabel 4.5 merupakan data bangunan sekolah SD dan SMP Muhammadiyah di Kecamatan Gamping yang memiliki ketidakberaturan denah/horizontal. Salah satu contoh *plan irregularity* pada SD Muhammadiyah Tamantirto ditunjukkan dalam Gambar 4.11.

Tabel 4.5 Daftar gedung dengan ketidakberaturan denah/horizontal

No.	Nama Sekolah		Kode	<i>plan irregularity</i>
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Gedung 1	SDMS 1	-
		Gedung 2	SDMS 2	-
2.	SD Muhammadiyah Mrisi		SDMM	V
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran		SDMI	V
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto		SDMT	V
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan		SMPMK	V
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan		SMAMK	V
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Gedung 1	MTSMK 1	V
		Gedung 2	MTSMK 2	-
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Gedung 1	SMKMB 1	-
		Gedung 2	SMKMB 2	-



Gambar 4.11. *Plan Irregularity* pada SD Muhammadiyah Tamantirto

#### E. Tahun dibangun

Bangunan Sekolah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan Bantul tidak semua dibangun setelah adanya peraturan gempa di Indonesia tahun 2002 (SNI-1726-2002). SD Muhammadiyah Tamantirto dibangun pada tahun 1955 dan MTS Muhammadiyah Kasihan didirikan pada tahun 1983.

Bangunan kedua sekolah yang sudah cukup lama ini tentu cukup menjadi perhatian pihak pengelola sekolah. Perhatian ini kemudian ditindaklanjuti dengan dilakukannya renovasi untuk SD Muhammadiyah Tamantirto pada tahun 2014. Sedangkan untuk MTS Muhammadiyah Kasihan jika dilihat dari kondisi fisik bangunan tersebut terlihat bahwa terdapat bagian bagian yang merupakan tambahan/perluasan dari bangunan lama. Perluasan bangunan ini dibuat menyatu (*monolit*) dengan bangunan lama. Tidak terdapat dilatasi antara bangunan lama dan baru (Gambar 4.12).



Gambar 4.12. Renovasi Bangunan MTS Muhammadiyah Kasihan

Renovasi kedua bangunan sekolah dilakukan setelah adanya peraturan SNI 2847:2002 sehingga harapannya bangunan sekolah yang bersangkutan telah memenuhi persyaratan bangunan tahan gempa. Secara keseluruhan bangunan sekolah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan tergolong kategori *Post-Benchmark*.

#### F. Jenis tanah

Jenis tanah Regosol merupakan jenis tanah yang dominan di wilayah Kabupaten Bantul. Jenis tanah ini tersebar pada Kecamatan Kasihan, Sewon, Banguntapan, Jetis, Bantul, dan Bambanglipuro. Tanah Regosol adalah tanah yang berasal dari material gunung berapi, bertekstur (mempunyai butiran) kasar bercampur dengan pasir, dengan solum tebal dan memiliki tingkat kesuburan rendah.

Berdasarkan sumber informasi penyelidikan lokasi salah satu bangunan gedung Muhammadiyah, yaitu uji bor-log dan SPT untuk pembangunan gedung *Twin Building* KH Ibrahim yang juga berlokasi di Kecamatan Kasihan, didapatkan informasi bahwa nilai N-SPT berada diantara 15-50. Dengan nilai ini maka jenis tanah pada daerah di sekitar tersebut bisa dikategorikan kedalam kelas situs tanah Sedang (SD).

### G. *Score/Nilai RVS*

Setelah dilakukan penilaian cepat sesuai dengan prosedur selanjutnya ditentukan nilai akhir struktur (*Final Structural Score*). Nilai akhir (S) diperoleh berdasar pada nilai dasar struktur terhadap bencana (*basic score*) dan nilai pengubah yang berkesesuaian (*Score Modifiers*), misal: *vertical irregularity*, *horizontal irregularity*, dll. Nilai *Score* akhir (S) secara fundamental merupakan estimasi kemungkinan (peluang) gedung akan mengalami keruntuhan jika pergerakan dasar tanah terjadi.

Menurut FEMA 154-2002 kondisi struktur bangunan dikatakan bisa lolos atau aman dalam menerima pergerakan dasar tanah (*ground motion*) apabila *score* atau nilai akhir dari hasil penilaian cepat (RVS) lebih besar dari *base line* yang ditetapkan, yaitu 2. Untuk bangunan yang memiliki *score* kurang dari 2, disyaratkan untuk dilakukan perhitungan lebih mendetail guna memastikan kondisi yang lebih pasti mengenai bangunan tersebut. Hasil pengisian form RVS untuk keseluruhan gedung dapat dilihat pada lampiran, dan ringkasan nilai *score* ditunjukkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Rekomendasi *pasca evaluation*.

No.	Nama Sekolah		Kode	<i>Score</i>	<i>Detailed evaluation</i>
1.	SD Muhammadiyah Senggotan	Gedung 1	SDMS 1	3,3	NO
		Gedung 2	SDMS 2	3,3	NO
2.	SD Muhammadiyah Mrisi		SDMM	1,3	YES
3.	SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran		SDMI	1,3	YES
4.	SD Muhammadiyah Tamantirto		SDMT	2,8	NO
5.	SMP Muhammadiyah Kasihan		SMPMK	1,3	YES
6.	SMA Muhammadiyah Kasihan		SMAMK	2,8	NO
7.	MTS Muhammadiyah Kasihan	Gedung 1	MTSMK 1	1,3	YES
		Gedung 2	MTSMK 2	3,3	NO
8.	SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan	Gedung 1	SMKMB 1	3,3	NO
		Gedung 2	SMKMB 2	3,3	NO

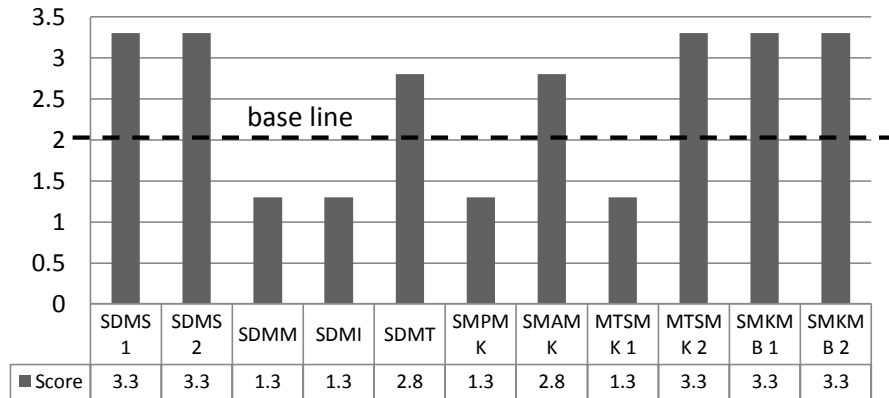
Secara keseluruhan terdapat 11 gedung, dikarenakan terdapat masing-masing 2 gedung pada 3 sekolah, yaitu SD Muhammadiyah Senggotan, MTS Muhammadiyah Kasihan dan SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan. Berdasarkan kalkulasi data pada Tabel 4.6 yang diperoleh dari hasil peninjauan langsung di lapangan, terdapat 4 bangunan dari 4 lokasi yang berbeda yang memiliki nilai RVS kurang dari 2 atau bisa dikatakan 36,36% dari total 11 bangunan yang disurvei perlu untuk dilakukan peninjauan ulang dengan perhitungan lebih mendetail.

#### 4.3. Pembahasan

Secara keseluruhan bangunan sekolah muhammadiyah di Kecamatan Kasihan memiliki karakteristik yang sama. Tipe bangunan adalah 100% C1 yaitu rangka beton pemikul momen (*concrete moment-resisting frame*), 100% jumlah lantai antara 1 atau 2, 100% tipe tanah sedang, dan 100% termasuk *postbenchmark*. Dari total 11 bangunan, sebanyak 6 bangunan (54,55%) memiliki *plan irregularity* atau ketidakberaturan arah horizontal. 6 bangunan tersebut adalah SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SD Muhammadiyah Tamantirto, SMP Muhammadiyah Kasihan, SMA Muhammadiyah Kasihan, dan MTS Muhammadiyah Kasihan. Sampai dengan poin ini seluruh bangunan sekolah tersebut sesungguhnya masih aman ( $Score > 2$ ). Dari 6 bangunan yang memiliki *plan irregularity* 4 diantaranya juga memiliki *vertical irregularity*. Empat sekolah yang memiliki *vertical irregularity* adalah SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SMP Muhammadiyah Kasihan, dan MTS Muhammadiyah Kasihan.

Keberadaan *vertical irregularity* inilah yang kemudian menyebabkan keempat sekolah ini memiliki nilai poin minus yang cukup besar yaitu sebesar -1,5. Poin minus ini kemudian berimbas pada *score* keempat sekolah tersebut berada dibawah 2 sehingga dibutuhkan evaluasi bangunan lebih mendetail. Nilai *score*

keempat bangunan sekolah tersebut adalah sama yaitu 1,3. Nilai ini berarti bahwa keempat bangunan tersebut memiliki peluang akan runtuh jika gempa atau pergerakan tanah terjadi sebesar  $1/10^{1,3}$  atau  $1/19,95$  atau jika dibulatkan  $1/20$ .



Gambar 4.13. Nilai RVS 11 bangunan sekolah Muhammadiyah Kecamatan Kasihan

Hasil skoring menggunakan RVS-FEMA-2002 secara keseluruhan ditampilkan dalam grafik pada Gambar 4.13. Dari grafik tersebut terlihat bahwa terdapat 7 bangunan memiliki skor di atas base line (2), sedangkan 4 gedung lainnya memiliki skor di bawah base line. Keempat gedung tersebut adalah SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SMP Muhammadiyah Kasihan, dan bagian dari MTS Muhammadiyah Kasihan.

Hasil ini menunjukkan bahwa keempat gedung tersebut memiliki kerentanan dalam menghadapi gempabumi, oleh karenanya perlu dilakukan analisis yang lebih detil seperti *strength evaluation* dengan bantuan *software* SAP2000, Etabs, atau *software* sejenis.

Solusi yang paling praktis adalah dengan menghilangkan kondisi *vertical irregularity* pada keempat gedung tersebut agar nilai RVS naik dari 1,3 menjadi 2,8. Dengan demikian maka score menjadi lebih dari 2 dan bangunan tidak perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut. Namun apabila tidak dilakukan upaya



untuk menghilangkan kondisi *vertical irregularity*, bangunan harus dievaluasi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur (*strength evaluation*) terhadap ancaman gempa bumi di masa yang akan datang.

Hasil pengamatan visual pada 7 bangunan lainnya dinyatakan tidak rentan, yaitu bangunan SD Muhammadiyah Senggotan (2 gedung/semua), SD Muhammadiyah Tamantirto, SMA Muhammadiyah Kasihan, sebagian MTS Muhammadiyah Kasihan (1 gedung dari 2 gedung), dan SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan (2 gedung/semua).

#### **4.4. Kesimpulan**

Dari hasil evaluasi kerentanan menggunakan metode *Rapid Visual Screening* (RVS) menurut FEMA 154-2002 terhadap 8 Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 4 bangunan yang dinyatakan rentan terhadap gempa bumi yaitu bangunan SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SMP Muhammadiyah Kasihan, dan bagian dari MTS Muhammadiyah Kasihan.
2. Pada keempat bangunan sebagaimana disebutkan pada point 1 disarankan untuk dilakukan mitigasi dengan cara menghilangkan *vertical irregularity* yang ada.
3. Apabila mitigasi sebagaimana disebutkan pada point 2 tidak dilakukan, maka disarankan untuk dilakukan analisis lebih detail berupa *strength evaluation* menggunakan *software* SAP2000, Etabs dan sejenisnya.
4. Bangunan lainnya yang dinyatakan tidak rentan menurut FEMA-2002 adalah bangunan SD Muhammadiyah Senggotan (2 gedung/semua), SD Muhammadiyah Tamantirto, SMA Muhammadiyah Kasihan, sebagian MTS Muhammadiyah Kasihan (1 gedung dari 2 gedung), dan SMK Muhammadiyah Bangunjiwo Kasihan (2 gedung/semua).

#### **4.5. Saran**

Melihat hasil evaluasi ini disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dilakukan evaluasi serupa terhadap seluruh bangunan milik Muhammadiyah, terutama bangunan yang sudah dibangun sebelum Tahun 2002 (SNI 1726-2002).
2. Evaluasi selanjutnya dapat menggunakan metode RVS terbaru, yaitu FEMA 154-2015.
3. Evaluasi dilanjutkan hingga *strength evaluation* untuk gedung yang dinilai rentan, sehingga dapat diketahui mitigasi yang tepat, seperti *strengthening* dan *retrofitting*.

#### **4.6. Ucapan Terima Kasih**

Penulis menyampaikan terima kasih setinggi tingginya kepada Lembaga Penelitian, Publikasi dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (LP3M UMY) yang telah memberikan pendanaan untuk pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Applied Technology Council (ATC), "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA 154, 2nd edition)," Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington DC, 2002.
- [2] The American Society of Civil Engineers (ASCE), "FEMA 310, Handbook for The Seismic Evaluation of Buildings - A Prestandard," Federal Emergency Management Agency (FEMA), USA, 1998.
- [3] R. Faizah dan Widodo, "Analisis Gaya Gempa Rencana pada Struktur Bertingkat Banyak dengan Metode Dinamik Respon Spektra," in *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTeKS 7)*, Surakarta, 24-26 Oktober 2013.
- [4] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, BP4W, Pusat Litbang Teknologi Permukiman, "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI - 1726 - 2002," Bandung, 2002.
- [5] Badan Standardisasi Nasional (BSN), "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2012," BSN 2012, Jakarta, 2012.
- [6] I. Satyarno, "Perlunya Evaluasi dan Tindakan Pengurangan Kerentanan Bangunan Sebagai Konsekuensi Diberlakukannya Peta Zonasi Gempa yang Baru.," Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2011.
- [7] Presiden Republik Indonesia, "Undang-undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana," Pemerintah RI, Indonesia, 2007.

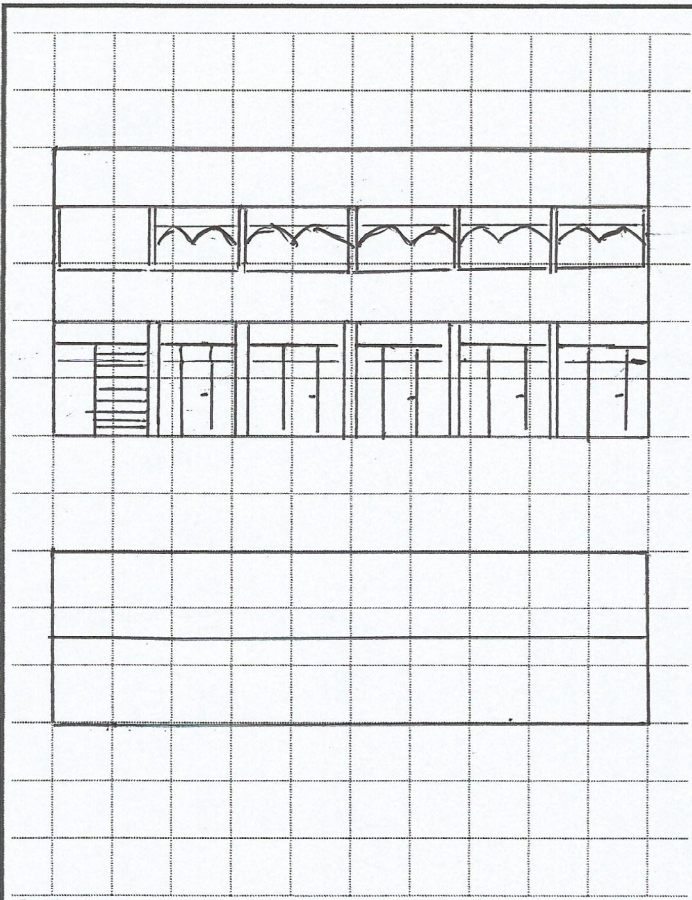
- [8] Website Kemendikbud, *Data Referensi Pendidikan dan Kebudayaan: Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan*, <http://referensi.data.kemdikbud.go.id/> diakses tanggal 27 September 2016.
- [9] Website Muhammadiyah, *Data Persyarikatan: Data Amal Usaha Muhammadiyah*, [www.muhammadiyah.or.id](http://www.muhammadiyah.or.id) diakses pada tanggal 27 September 2016
- [10] <http://pu.go.id> diunduh tanggal 20 September 2016nbvcxz .



**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**



Address: Jl. Tegay Senggolan, Tirtonirmolo, Karhan bantul, D.I Yogyakarta Zip 55212

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 2 Year Built 2012

Screener Syakur, Pradana. Date 25 Mei 2017

Total Floor Area (sq. ft.) 420

Building Name Ruang kelas - SD. Muh. Senggolan.

Use sekolah.



Scale:

OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential	0-10	11-100	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys			

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

**FINAL SCORE, S**

<b>COMMENTS</b>	<b>Detailed Evaluation Required</b>
	YES <input checked="" type="radio"/> NO <input type="radio"/>

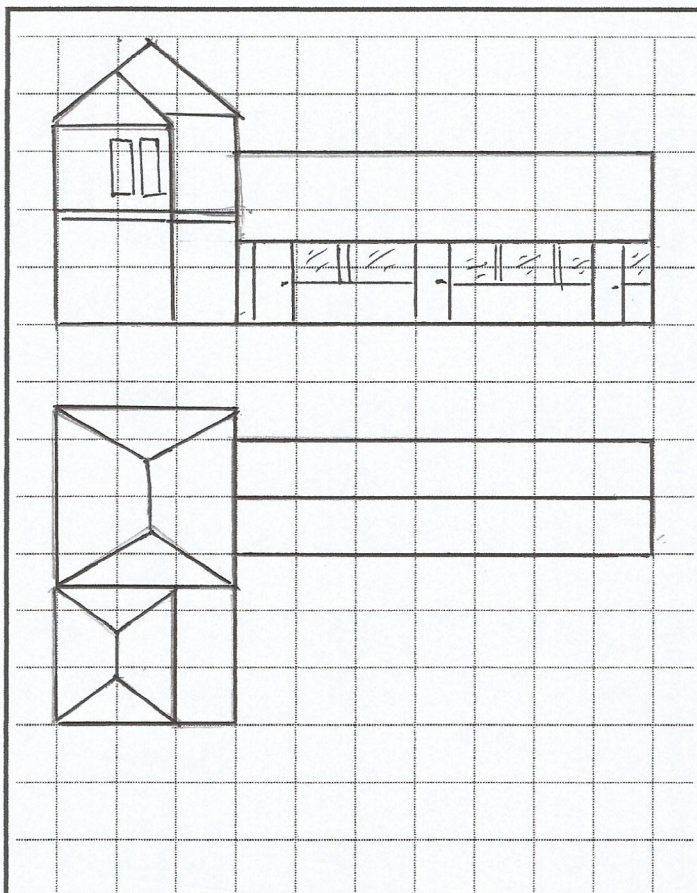
\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill



# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**



Address: Mrisi, Tirtonirmolo, Kasihan, bantul, DI Yogyakarta. Zip 55181

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 2 Year Built 2007

Screened by Syakur, Pradana. Date 30 Mei 2017.

Total Floor Area (sq. ft.) 750 m<sup>2</sup>

Building Name SD Muhammadiyah Mrisi.

Use Sekolah.



Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY			SOIL	TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons 0-10, 11-100, 101-1000, 1000+	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential		Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

**FINAL SCORE, S**

**COMMENTS**  
 Terdapat Setback untuk ruang perpustakaan dan mushola dan soft storey di bagian bawah mushola sebagai tempat parkir.

**Detailed Evaluation Required**  
 YES  NO

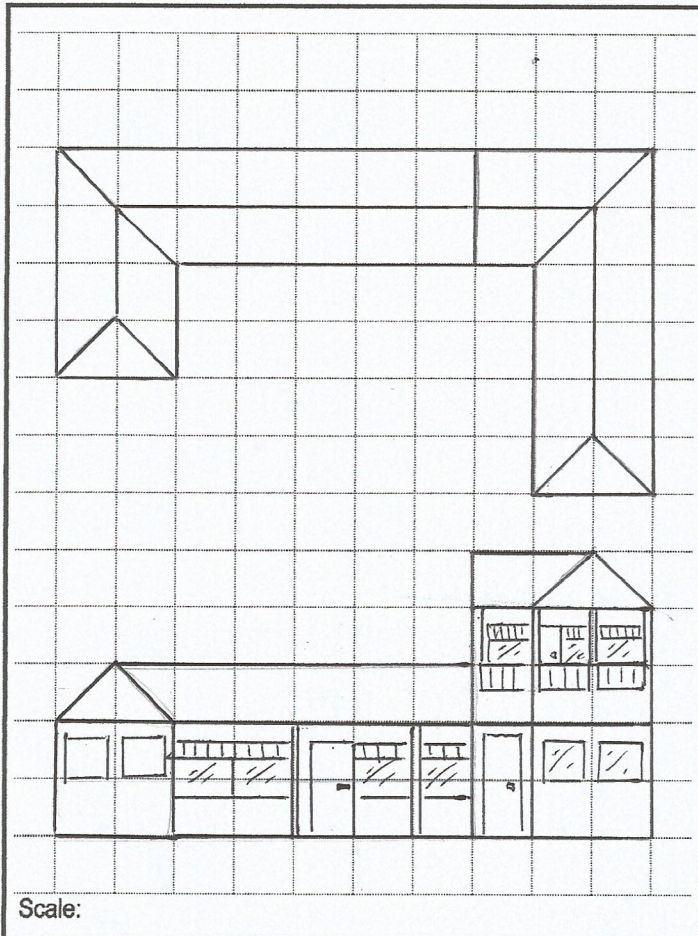
\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill



# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**



Address: Jl. Kembaran RT 07, Desa Tamantirta, Kasihan Bantul, DIY Zip 55183

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 2 Year Built 2010

Screener Dio, Sofyan Date 22 Mei 2017

Total Floor Area (sq. ft.) 464 m<sup>2</sup>

Building Name SD MUH INSAN KREATIF KEMBARAN

Use EDUKASI



Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	11 - 100	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential			0 - 10	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding
Emer. Services	Industrial	<u>School</u>	<u>101-1000</u>	1000+										

### BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S

BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<u>2.5</u>	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	<u>-1.5</u>	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	<u>-0.5</u>	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	<u>-1.2</u>	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<u>+1.4</u>	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	<u>-0.4</u>	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	<u>-0.6</u>	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	<u>-1.2</u>	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

### FINAL SCORE, S

COMMENTS Secara Umum masih kokoh akan tetapi ada beberapa bagian bangunan (plesteran dinding) tidak kokoh (lepas)

Detailed Evaluation Required

YES  NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tilt up  
URM INF = Unreinforced masonry infill



# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**

Address: Jln. Ceblagan, Kel. Taman-tirto, Kec. Kasihan, DI Yogyakarta Zip 55183.

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 2 Year Built 1935.

Screener Dio, Sofyan Date 22 Mei 2017

Total Floor Area (sq. ft.) 2 lantai (497 m<sup>2</sup>)

Building Name SD Muhammadiyah Tamantirto

Use Edukasi.

Scale:

OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential	0 - 10	11 - 100	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+										

### BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S

BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

### FINAL SCORE, S

**COMMENTS** Pada bangunan sekolah dasar Muhammadiyah tamantirto, secara belum ada kerusakan bangunan yang parah. Bangunan masih terhitung bagus dan baru, karena di rehap pada tahun 2014.

Detailed Evaluation Required

YES  NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

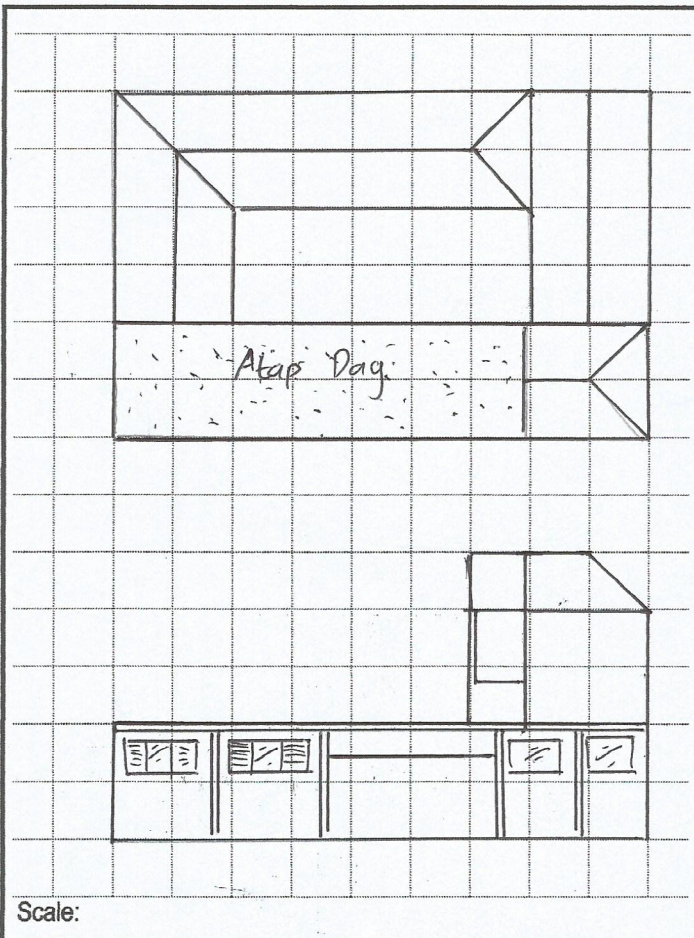
SW = Shear wall  
TU = Tilt up  
URM INF = Unreinforced masonry infill



# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**



Address: Sanggrahan, Tirtonegoro, Kasihan, Bantul  
DI Yogyakarta Zip 55 212

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 2 Year Built 2014

Screened by Syatur, Pradana Date 30 Mei 2017

Total Floor Area (sq. ft.) 600 m<sup>2</sup>

Building Name Kuang kelas SMP Muh. Kasihan

Use Sekolah



Scale: \_\_\_\_\_

OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential	0-10	11-100	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys			

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

FINAL SCORE, S														
<b>COMMENTS</b> Bangunan tersebut mempunyai soft storey dibagian tengah sebagai tempat parkir dan setback karena pembangunannya bertahap.														<b>Detailed Evaluation Required</b> <input checked="" type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm

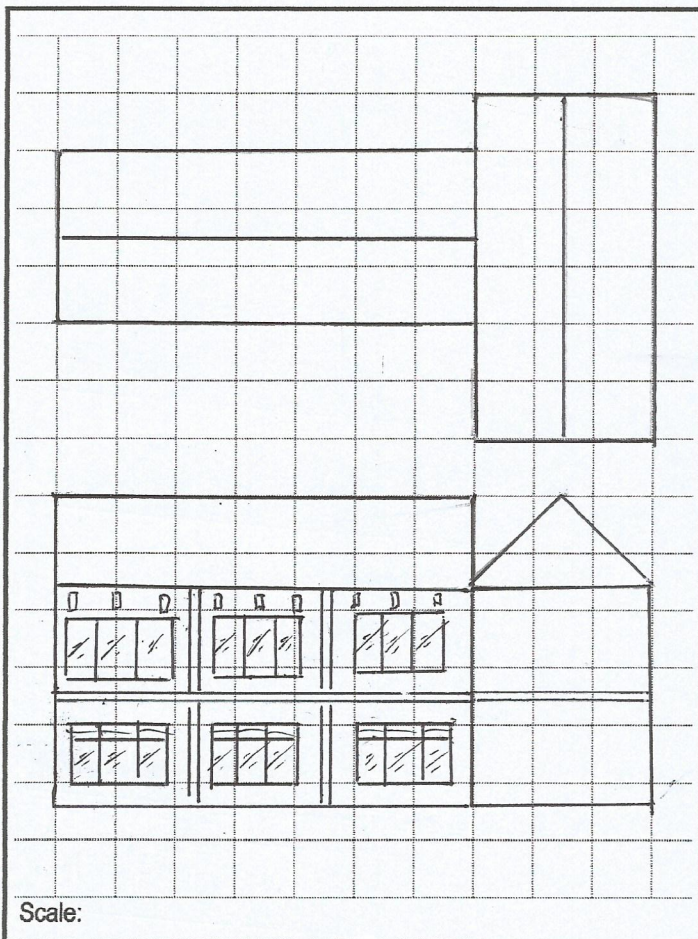
SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill



# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**



Address: Miri, Tirtohirmolo, Karahan, Bantul,  
DI Yogyakarta. Zip 55181.

Other Identifiers -

No. Stories 2 Year Built 2008.

Screener Syaker, Pradana. Date 25 Mei 2017.

Total Floor Area (sq. ft.) 360 m<sup>2</sup>

Building Name Kantor dan lab SMA Muh. Karahan.

Use Kantor dan laboratorium.



Scale:

OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential	0-10	11-100	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys			

### BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S

BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.8	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

### FINAL SCORE, S

#### COMMENTS

Bangunan tersebut sebenarnya merupakan 2 bangunan yang di salsakan.

Detailed Evaluation Required

YES  NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill



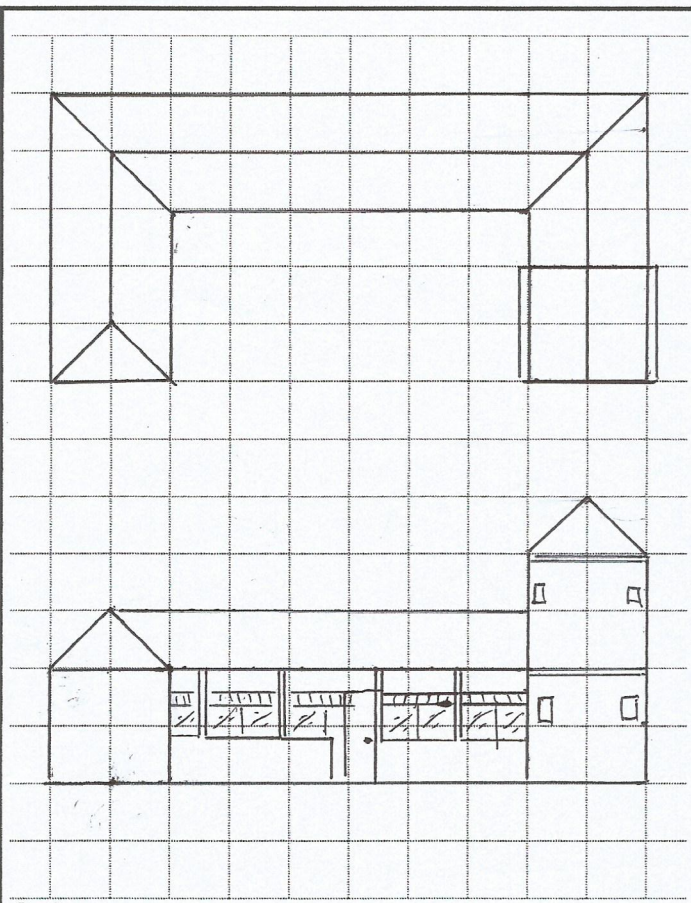
# Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards

FEMA-154 Data Collection Form

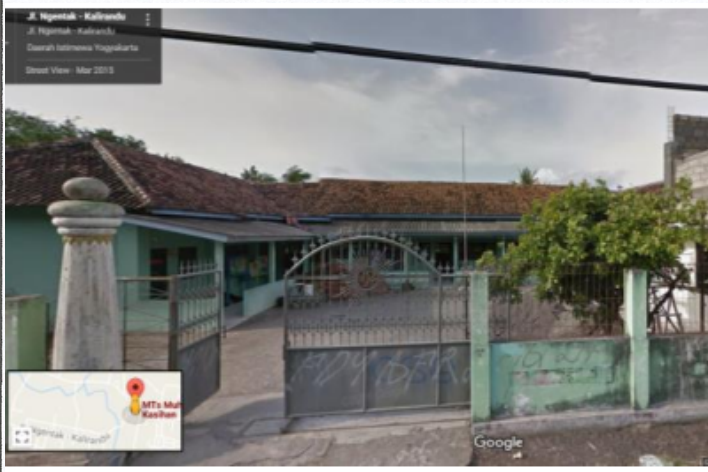
**HIGH Seismicity**

Address: Jl. Ngentak - Kalirandu, Bangunjiwo  
Kasihan, Rantel, DIY Zip 55189

Other Identifiers \_\_\_\_\_  
 No. Stories 2 Year Built 1983  
 Screener Dio, Sofyan Date 25 Mei 2017  
 Total Floor Area (sq. ft.) 1720 m<sup>2</sup>  
 Building Name MTS Muhammadiyah Kasihan  
 Use Edukasi



Scale: \_\_\_\_\_



OCCUPANCY			SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential	0-10	11-100	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys			

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

**FINAL SCORE, S**

**COMMENTS**  
 Pada Gedung I MTS Muhammadiyah Kasihan, keadaan bangunan bagus dan hanya terdapat retak-retak kecil pada dinding dan lantai

**Detailed Evaluation Required**  
 YES  NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill



**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**

FEMA-154 Data Collection Form

**HIGH Seismicity**

Address: Bangun jwo, Kasihan bantul, DIY  
 Zip 55184

Other Identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories 1 Year Built 2013

Screened by Dio, Sofyan Date 30 Mei 2017

Total Floor Area (sq. ft.) 171 m<sup>2</sup>

Building Name SMK Muhammadiyah Bangunjwo

Use Edukasi



Scale:

OCCUPANCY			SOIL	TYPE						FALLING HAZARDS			
Assembly	Govt	Office	Number of Persons 0-10 <u>11-100</u> 101-1000    1000+	A	B	C	<u>D</u>	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commercial	Historic	Residential		Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	Unreinforced Chimneys	Parapets	Cladding	Other:
Emer. Services	Industrial	School											

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	<u>C1 (MRF)</u>	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	<u>2.5</u>	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	<u>+1.4</u>	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	<u>-0.6</u>	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

**FINAL SCORE, S**

COMMENTS: Untuk Gedung ? berdasarkan survey lapangan perlu evaluasi.

Detailed Evaluation Required: YES  NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill